

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Pengambilan data kinerja genset dilakukan dengan menggunakan variasi beban lampu yang dibebankan pada genset. Pengujian bahan bensin ataupun LPG tegangan listrik dijaga konstan 220 Volt. Berikut data yang diperoleh pada saat pengujian genset 4 langkah menggunakan bahan bakar bensin dan LPG.

Tabel 4.1 Data pengujian bahan bakar premium

DATA BENSSIN	Beban Bola Lampu					
	0 [W]	100 [W]	200 [W]	300 [W]	400 [W]	500 [W]
Debit [ml/min]	6	5.6	6	6.8	7.2	8.6
	4	6	6.6	7	8	8.8
	6.2	7	7.4	8	9.3	9.6
rata-rata	5.4	6.2	6.6667	7.2667	8.1667	9
Tegangan [Volt]	220	220	220	220	220	220
	220	220	220	220	220	220
	220	220	220	220	219	219
rata-rata	220	220	220	220	219.667	219.67
Arus [Ampere]	0	0.46	0.91	1.37	1.85	2.28
	0	0.46	0.91	1.36	1.84	2.25
	0	0.44	0.92	1.36	1.85	2.25
rata-rata	0	0.4533	0.9133	1.3633	1.8467	2.26
putaran [rpm]	2543	2527	2476	2523	2501	2437
	2550	2533	2518	2509	2492	2470
	2539	2532	2509	2522	2515	2483
rata-rata	2544	2530.67	2501	2518	2502.67	2463.33
ΔH orifice [mm air]	10	13	78	126	109	113
	12	13	92	130	151	149
	11	12	86	123	145	130
rata-rata [mm air]	11	12.6667	85.333	126.33	135	130.67

Tabel 4.2 Data pengujian bahan bakar LPG

DATA LPG	Beban Bola Lampu					
	0[W]	100 [W]	200 [W]	300 [W]	400 [W]	500 [W]
Debit [ml/min]	3.75	3.6	3.7	3.7	3.8	4.25
	3.25	3.25	3.25	3.25	3.1	3
	3.75	3.75	3.75	3.75	3.8	4.2
rata-rata	3.5833	3.533	3.5667	3.5667	3.5667	3.8167
Tegangan [Volt]	222	223	223	224	224	223
	221	222	222	222	222	222
	222	222	224	224	224	224
rata-rata	221.67	222.33	223	223.33	223.33	223
Arus [Ampere]	0	0.46	0.93	1.4	1.82	2.3
	0	0.5	0.93	1.4	1.82	2.28
	0	0.47	0.94	1.44	1.87	2.35
rata-rata	0	0.4767	0.933	1.4133	1.8367	2.31
putaran [rpm]	2532	2530	2457	2416	2459	2435
	2558	2512	2506	2542	2528	2470
	2560	2556	2536	2530	2485	2452
rata-rata	2550	2532.67	2499.67	2496	2490.67	2452.33
Δh orifice [mm air]	21	24	28	35	43	73
	14	16	16	20	26	45
	20	22	25	30	41	74
rata-rata	18.333	20.667	23	28.333	36.667	64
P-in kk [bar]	0.3	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	0.3	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
rata-rata	0.2933	0.2833	0.2833	0.2833	0.2833	0.2833

4.2 Pengolahan Data

Dari data yang diperoleh saat pengujian kemudian dilakukan pengolahan data. Pertama dari nilai debit bahan bakar yang diperoleh dikonversikan menjadi [liter/menit] kemudian dijadikan massa alir bahan bakar sesuai dengan persamaan (2-16) maka didapat hasil massa alir dalam satuan [kg/s]. Selanjutnya dapat diketahui konsumsi bahan bakar efektifsetiap jam nya sesuai dengan persamaan (2-19).

Untuk menegetahui kinerja dari genset yang meliputi daya output, daya mekanis motor, torsi, dan efisiensi, maka pengolahan data dilakukan dari data tegangan output dan arus listrik yang didapat saat pengujian sesuai dengan persamaan (2-12) kemudian diperoleh nilai dari daya output. Daya output yang

diperoleh dibagi dengan efisiensi genset sesuai persamaan (2-13) maka dapat diketahui nilai daya mekanis motor. Selanjutnya torsi dapat dicari melalui perhitungan sesuai dengan persamaan (2-15). Efisiensi total dari sistem dapat diketahui melalui perhitungan sesuai dengan persamaan (2-18).

4.2.1 Daya Genset

Dari data yang didapat saat pengujian dapat diketahui bahwa semakin bertambahnya pembebanan lampu pada genset akan berakibat semakin menurunnya putaran motor, bertambahnya konsumsi bahan bakar dan arus listrik yang timbul semakin tinggi untuk tetap menstabilkan tegangan listrik pada kisaran 220 Volt. Maka dari parameter tersebut dapat diketahui kinerja dari motor penggerak generator. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk pembebanan 100 Watt menggunakan bahan bakar premium.

- Daya output genset

Dengan nilai $\cos \varphi = 0.8$, merupakan nilai minimum faktor daya yang ditetapkan oleh PLN pada penggunaan keperluan listrik rumah tangga pada tegangan rendah sampai sedang (Peraturan Menteri ESDM no.70 tahun 2010)

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 220 \text{ [Volt]} \times 0.453 \text{ [Ampere]} \times 0.8 \\ &= 79.787 \text{ [W]} \end{aligned}$$

- Daya mekanis motor

Dengan diketahui efisiensi genset sebesar 0.88, diketahui dari datasheet penelitian genset kapasitas 1100 Watt (Yanuar Arzaqa Ghiffari, 2010)

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \frac{P}{\eta_{\text{genset}}} \\ &= \frac{79.787 \text{ [W]}}{0.88} \\ &= 90.667 \text{ [W]} \end{aligned}$$

- Torsi

Diketahui putaran mesin (n) 2530.667 rpm

$$T = \frac{\text{BHP} \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

$$= \frac{90.667 \text{ [W]} \times 60}{2 \times \pi \times 2530.667}$$

$$= 0.3423 \text{ [Nm]}$$

Pada tabel dibawah ini merupakan hasil pengolahan dari data penelitian dengan menggunakan bahan bakar bensin.

Tabel 4.3 Data daya output, daya mekanis dan torsi sesuai tingkat pembebanan bahan bakar premium

Beban [Watt]	Putaran [rpm]	Daya output [Watt]	Daya mekanis [Watt]	Torsi [N.m]
0	2544	0	0	0
100	2530.667	79.7867	90.6667	0.3423
200	2501	160.7467	182.6667	0.6978
300	2518	239.9467	272.6667	1.0346
400	2502.667	324.5209	368.7737	1.4078
500	2463.333	397.1573	451.3152	1.7504

Tabel 4.4 Data daya output, daya mekanis dan torsi sesuai tingkat pembebanan bahan bakar LPG

Beban [Watt]	Putaran [rpm]	Daya output [Watt]	Daya mekanis [Watt]	Torsi [N.m]
0	2550	0	0	0
100	2532.667	84.7831	96.34444	0.3635
200	2499.667	166.5067	189.2121	0.7232
300	2496	252.5156	286.9495	1.0984
400	2490.667	328.1511	372.899	1.4304
500	2452.333	412.104	468.3	1.8245

Pada data pembebanan 0 Watt baik menggunakan bahan bakar premium dan LPG, daya mekanis menunjukkan nilai sebesar 0 Watt. Hal tersebut disebabkan karena parameter nilai pada motor penggerak genset tidak dapat diukur, sehingga hanya dapat diukur melalui pendekatan nilai dari data yang keluar dari generator.

4.2.2 Massa Alir Bahan Bakar dan Udara

Dari data penelitian yang telah diambil dapat diketahui bahwa debit aliran bahan bakar (premium maupun LPG) sangat mempengaruhi kinerja mesin. Semakin besar pembebanan yang diberikan pada genset maka debit bahan bakar

pun ikut mengalami perubahan pula sesuai dengan tingkat pembebanan yang diberikan. Tabel berikut ini menunjukkan data propertis perbandingan bahan bakar premium dan LPG.

Tabel 4.5 Propertis bahan bakar premium dan LPG

Property	LPG	Gasoline
Composition (vol.%)	30C ₃ H ₈ -70C ₄ H ₁₀	C ₇ H ₁₅
Lower heating value at 1 atm and 15 °C (MJ/kg)	45.7	43.5
Density at 1 atm and 15 °C (kg/m ³)	560 (liquid)	735 (liquid)
Flame speed (m/s)	0.382	0.375
Flammability limits (in air) (vol.%)	2.15-9.6	1.4-7.6
Research octane number	105	95
Auto ignition temperature (°C)	485-545	257
Stoichiometric A/F ratio	15.5	14.9

Sumber: (Erkus, Baris dkk : 2013)

Maka dari data debit bahan bakar, didapat hasil massa alir bahan bakar sebagai berikut:

- Massa alir bahan bakar premium pada pembebanan 100 Watt

$$\rho \text{ premium} = 735 \text{ kg/m}^3$$

$$Q \text{ bensin} = 6.2 \text{ ml/menit} = 1.033 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} &= Q \cdot \rho \\ &= 1.033 \times 10^{-7} \text{ [m}^3/\text{s]} \times 735 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ &= 7.595 \times 10^{-5} \text{ [kg/s]} \\ &= 75.95 \text{ [mg/s]} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Data pengolahan massa alir bahan bakar premium

Beban [Watt]	\dot{m} [kg/s]	SFCe [kg/W.h]	Energi input [J/s]
0	0.00006615		2877.525
100	7.595×10^{-5}	0,001930024	3303.825
200	8.167×10^{-5}	0,001030073	3552.5
300	8.902×10^{-5}	0,00075218	3872.225
400	0.00010004	0,000625034	4351.813
500	0.00011025	0,000562835	4795.875

- Perhitungan massa alir bahan bakar LPG pada pembebanan 100 Watt massa jenis LPG (fase gas) adalah 2.01 kg/m³

massa jenis LPG (fase cair) adalah 560 kg/m^3

massa jenis udara adalah 1.28 kg/m^3

$Q \text{ LPG} = 5.533 \text{ ml/menit} = 5.89 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$

$$\begin{aligned} \dot{m} &= Q \cdot \rho \\ &= 5.89 \times 10^{-8} \text{ [m}^3/\text{s]} \times 560 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ &= 3.298 \times 10^{-5} \text{ [kg/s]} \\ &= 32.98 \text{ [mg/s]} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Data pengolahan massa alir bahan bakar LPG

Beban [Watt]	\dot{m} [kg/s]	SFCe [kg/W.h]	Energi input [J/s]
0	3.344×10^{-5}		1528.4111
100	3.298×10^{-5}	2.1907×10^{-7}	1507.0844
200	3.329×10^{-5}	1.1259×10^{-7}	1521.3022
300	3.329×10^{-5}	7.4246×10^{-8}	1521.3022
400	3.329×10^{-5}	5.7133×10^{-8}	1521.3022
500	3.562×10^{-5}	4.8683×10^{-8}	1627.9356

- Perhitungan massa alir udara yang melewati *plat orifice*, pembebanan 100 Watt bahan bakar premium

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot \Delta H$$

Perhitungan debit udara

$$\begin{aligned} Q &= A_2 \times v_2 \\ &= \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}} \times \pi \left(\frac{d^2}{4}\right) \\ &= \sqrt{\frac{2(1000 \times 9.81 \times 12.67)}{1.28(1 - 0.316^4)}} \times \pi \left(\frac{0.012^2}{4}\right) \\ &= \sqrt{\frac{248.52}{1.2672}} \times \pi \left(\frac{0.000144}{4}\right) \\ &= 2.8741 \text{ [m/s]} \times 0.000113 \text{ [m}^2\text{]} \\ &= 0.0003248 \text{ [m}^3/\text{s]} \end{aligned}$$

Perhitungan massa alir udara

$$\begin{aligned} \dot{m} &= Q \times \rho \text{ udara} \\ &= 0.0003248 \text{ [m}^3/\text{s]} \times 1.28 \text{ [kg/m}^3\text{]} \end{aligned}$$

$$= 0.0004157 \text{ [kg/s]}$$

$$= 415.7 \text{ [mg/s]}$$

- *Air Fuel Ratio* (AFR), pada pembebanan 100 Watt bahan bakar premium

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= \left(\frac{\dot{m}_{\text{udara}}}{\dot{m}_{\text{bahanbakar}}} \right) \\ &= \left(\frac{4.1571 \times 10^{-4}}{7.595 \times 10^{-5}} \right) \\ &= 5.4734 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Data pengolahan massa alir udara untuk bahan bakar premium

Beban [W]	ΔH [mmH ₂ O]	ΔP	Q [m ³ /s]	\dot{m} [kg/s]	AFR
0	11	215.82	0.000315737	0.000404143	6.10949
100	12.66667	248.52	0.000324772	0.000415709	5.47344
200	85.33333	1674.24	0.000475631	0.000608808	7.45478
300	126.3333	2478.66	0.000514458	0.000658506	7.39756
400	135	2648.7	0.000521331	0.000667303	6.67025
500	130.6667	2563.68	0.00051794	0.000662963	6.01327

- *Air Fuel Ratio* (AFR), pada pembebanan 100 Watt bahan bakar LPG

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= \left(\frac{\dot{m}_{\text{udara}}}{\dot{m}_{\text{bahanbakar}}} \right) \\ &= \left(\frac{4.1571 \times 10^{-4}}{3.298 \times 10^{-5}} \right) \\ &= 12.60572 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Data pengolahan massa alir udara untuk bahan bakar LPG

Beban [W]	ΔH [mmH ₂ O]	ΔP	Q [m ³ /s]	\dot{m} [kg/s]	AFR
0	18.333333	359.7	0.000349699	0.000447615	13.384
100	20.666667	405.48	0.000358179	0.000415709	12.606
200	23	451.26	0.000365925	0.000608808	18.289
300	28.333333	555.9	0.00038151	0.000658506	19.782
400	36.666667	719.4	0.000401699	0.000667303	20.046
500	64	1255.68	0.000449037	0.000662963	18.611

4.3 Grafik dan Pembahasan

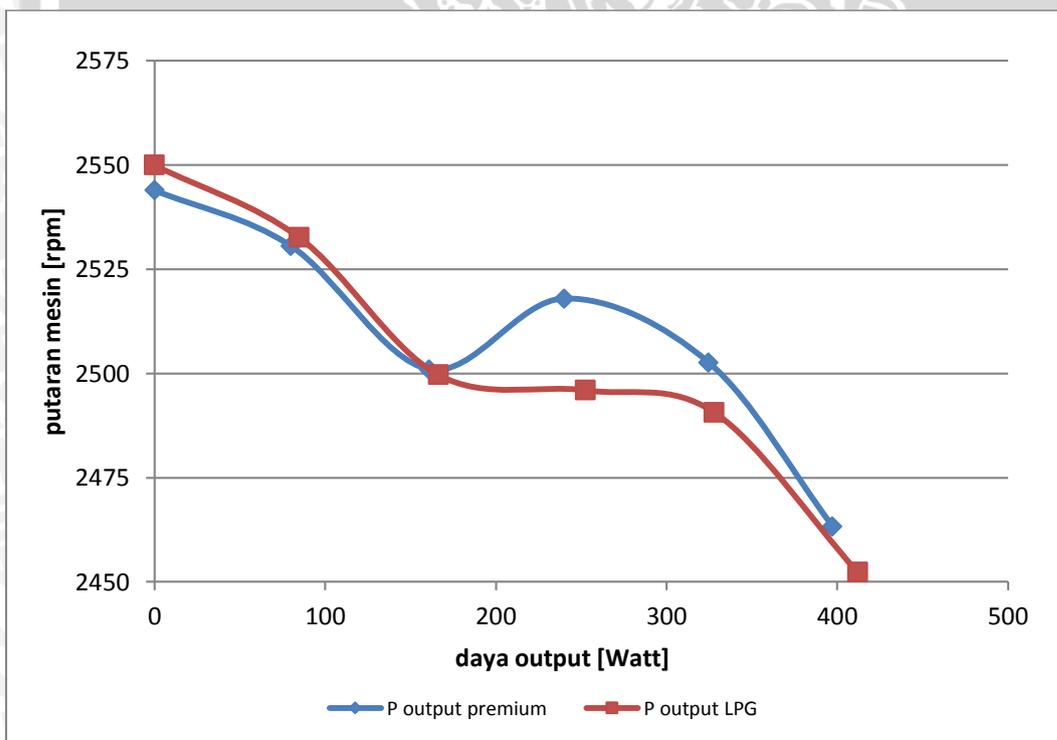
Dari hasil pengujian dan perhitungan dari setiap variasi pengambilan data, didapat parameter-parameter yang berhubungan. Selanjutnya data hasil perhitungan tadi ditampilkan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dalam



menganalisa data tersebut. Analisa grafik yang berhubungan dengan kinerja genset dengan menggunakan bahan bakar bensin maupun LPG pada penelitian kali ini meliputi daya output, daya mekanis, torsi, massa alir bahan bakar, dan efisiensi total.

4.3.1 Pembahasan Grafik Hubungan Putaran Mesin terhadap Daya Output Genset

Pada gambar 4.1 berikut ini menunjukkan grafik hubungan putaran mesin terhadap daya output genset dengan menggunakan bahan bakar premium dan LPG. Pada grafik dapat diketahui garis dengan warna biru merupakan pemakaian dengan bahan bakar premium sedangkan garis warna merah dengan pemakaian bahan bakar LPG. Dapat diketahui pula pada grafik bahwa semakin bertambahnya pembebanan maka putaran akan semakin turun dan sebaliknya daya output akan semakin tinggi baik ketika menggunakan bahan bakar premium maupun LPG.



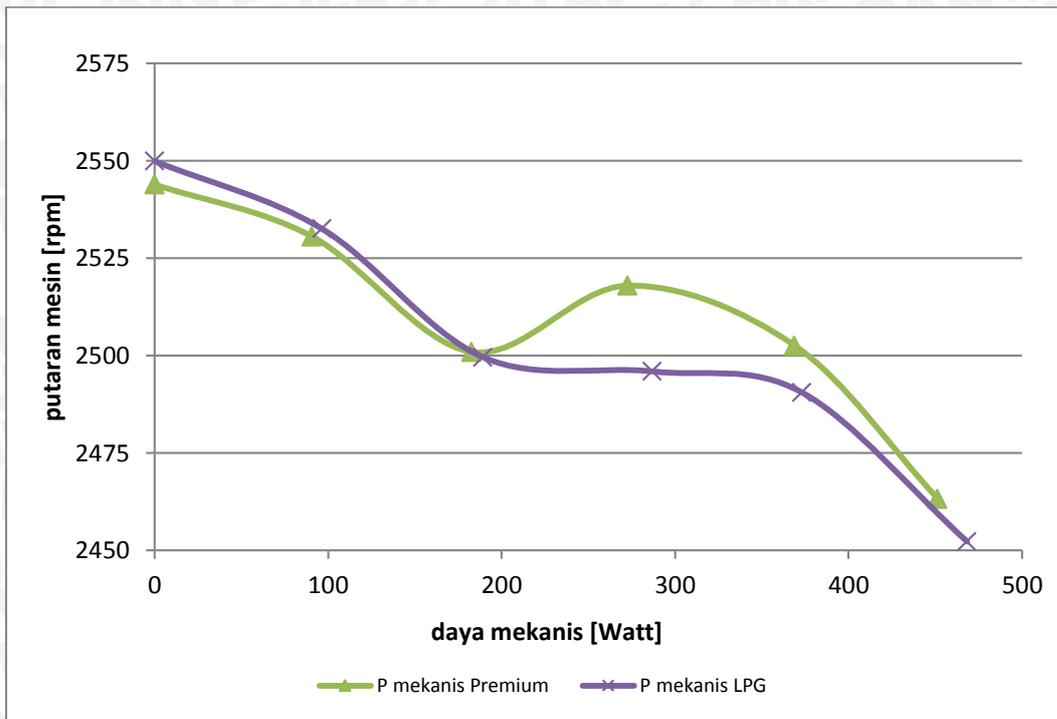
Gambar 4.1 Grafik hubungan putaran mesin terhadap daya output genset (Premium-LPG)

Hal ini dikarenakan saat genset diberi pembebanan secara otomatis putaran genset akan menyesuaikan (dalam kasus ini putaran semakin turun) hingga diperoleh tegangan output sebesar kurang lebih 220 Volt. Alat yang berfungsi sebagai pengatur tegangan otomatis ini yaitu AVR (*Automatic Voltage Regulator*). Sistem pengoperasian AVR berfungsi untuk menjaga agar tegangan generator tetap konstan dengan kata lain generator akan tetap mengeluarkan tegangan yang selalu stabil tidak terpengaruh pada perubahan beban yang selalu berubah-ubah, dikarenakan beban sangat mempengaruhi tegangan output generator. Daya output terkecil terjadi pada saat mesin running tanpa pembebanan yang menghasilkan daya output nol dengan nilai putaran mesin yang paling besar yaitu 2544 rpm. Sedangkan daya output terbesar terjadi pada saat genset diberi beban 500 Watt yang menghasilkan daya output sebesar 397.157 Watt dengan putaran mesin yang paling rendah yaitu 2463.33 rpm dengan menggunakan bahan bakar bensin. Dan ketika menggunakan bahan bakar LPG daya output terbesar yaitu pada putaran mesin 2452.33 rpm dengan daya output sebesar 412.104 Watt.

Berbeda dengan grafik dengan bahan bakar LPG, pada grafik bahan bakar premium terjadi penyimpangan pada saat genset diberi beban 300 Watt pada saat ini terjadi kenaikan putaran mesin yang lebih tinggi dari pada pembebanan 200 Watt. Hal ini dikarenakan genset menerima beban kejut yang terlalu tinggi (lebih dari 25%), putarannya melebihi pembebanan 200 Watt karena sesuai prinsip kerja AVR yaitu untuk menstabilkan tegangan menjadi 220 Volt.

4.3.2 Pembahasan Grafik Hubungan Putaran Mesin terhadap Daya Mekanis Genset

Gambar 4.2 berikut menunjukkan grafik perbandingan daya mekanis genset terhadap putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar premium dan LPG. Pada grafik ini kurang lebih sama dengan grafik sebelumnya, perbedaannya terletak pada daya yang digunakan sebagai variabel yaitu daya mekanis yang diperoleh dari persamaan (2-13). Pada grafik dapat diketahui garis dengan warna biru merupakan pemakaian dengan bahan bakar premium sedangkan garis warna merah dengan pemakaian bahan bakar LPG.



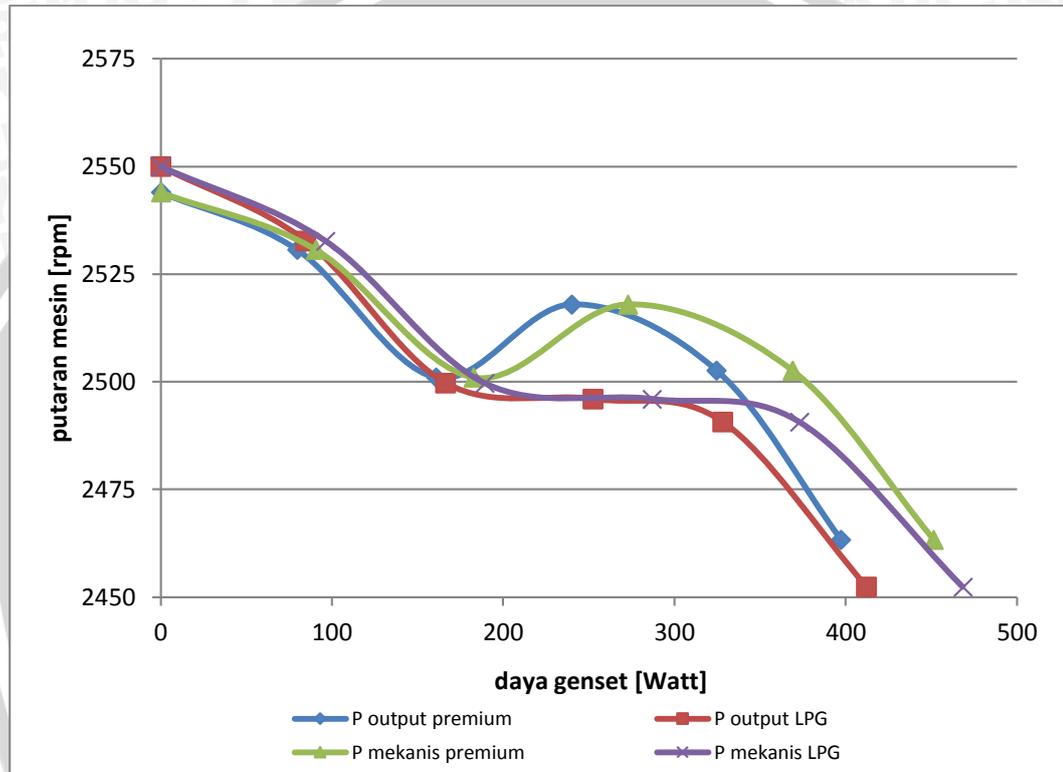
Gambar 4.2 Grafik hubungan putaran mesin terhadap daya mekanis genset (Premium-LPG)

Daya mekanis terbesar terjadi pada saat pembebanan 500 Watt yaitu sebesar 451.315 Watt dan daya mekanis terendah terjadi pada kondisi genset tanpa pembebanan yaitu nol untuk bahan bakar premium. Sedangkan untuk bahan bakar LPG daya mekanis terbesar juga terjadi pada saat pembebanan 500 Watt yaitu sebesar 468.3 Watt. Penyimpangannya sama dengan grafik daya output genset yaitu pada data premium pada saat diberi pembebanan 300 Watt pada saat itu terjadi kenaikan putaran mesin yang lebih tinggi dari pada pembebanan 200 Watt. Hal ini dikarenakan genset menerima beban kejut yang terlalu tinggi (lebih dari 25%) karena prinsip kerja dari AVR.

4.3.3 Pembahasan Grafik Perbandingan Putaran Mesin terhadap Daya Genset (Premium-LPG)

Pada gambar 4.3 berikut menunjukkan grafik perbandingan daya output dan mekanis genset terhadap putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar bensin dan LPG. Pada grafik dapat diketahui garis dengan warna biru dan hijau

merupakan daya genset dengan pemakaian bahan bakar premium sedangkan garis warna merah dan ungu menunjukkan daya genset menggunakan bahan bakar LPG. Dapat dilihat pada gambar kecenderungan grafik hampir sama antara daya output dengan daya mekanis yaitu semakin bertambahnya pembebanan pada genset maka putaran mesin akan menurun dan sebaliknya daya output dan mekanis akan meningkat.



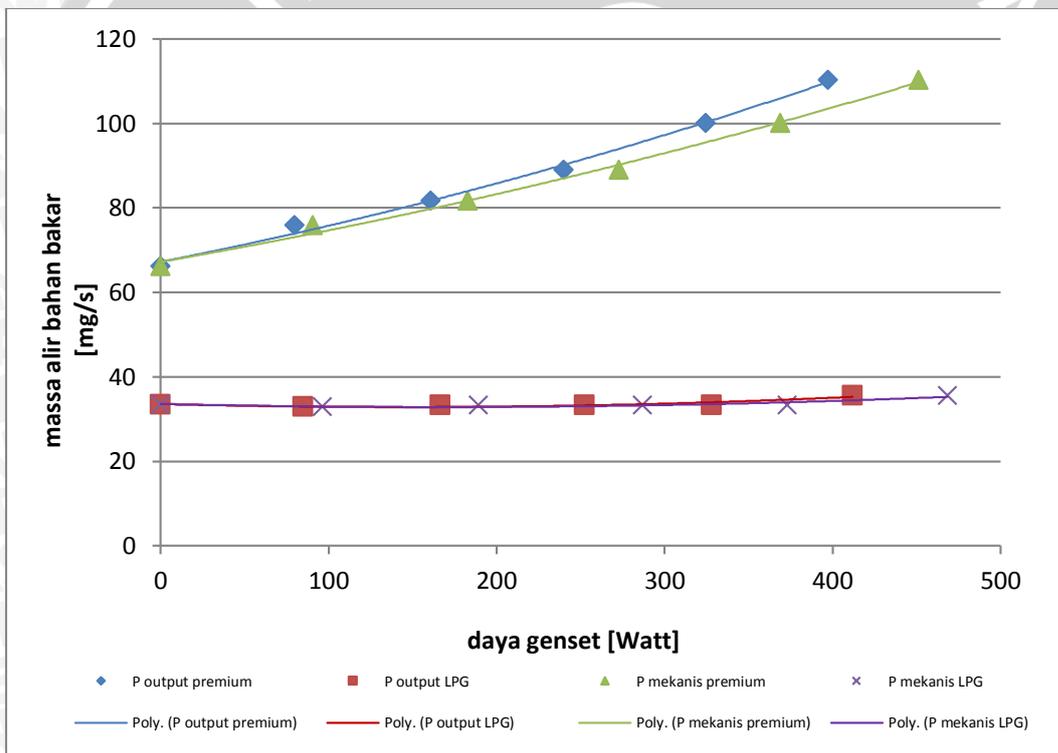
Gambar 4.3 Grafik perbandingan putaran mesin terhadap daya genset (Premium-LPG)

Hal ini dikarenakan kenaikan beban pada genset, maka arus yang mengalir ke stator membuat perlawanan atau interaksi terhadap rotor sehingga timbul gaya yang sifatnya melawan dan menghambat putaran. Dengan demikian poros motor genset cenderung menurun putarannya karena beban tersebut. Semakin besar beban yang tiba-tiba masuk mengakibatkan semakin turun putaran generator. Pada saat kondisi tersebut AVR genset akan menyesuaikan tegangan output yang dihasilkan sebesar kurang lebih 220 Volt. Pada grafik bahan bakar premium, saat genset mulai diberi pembebanan 300 Watt terjadi kenaikan putaran mesin hal ini

dikarenakan genset menerima beban kejut yang terlalu tinggi (lebih dari 25%), putarannya melebihi pembebanan 200 Watt karena sesuai prinsip kerja AVR (*Automatic Voltage Regulator*) akan menyesuaikan agar tegangan output sebesar 220 Volt.

Pada grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa daya mekanis lebih besar dari pada daya output karena nilai yang dari daya mekanis juga memperhatikan efisiensi dari genset tersebut. Jika efisiensi genset besar maka daya mekanisnya akan turun dan sebaliknya sesuai dengan persamaan (2-13).

4.3.4 Pembahasan Grafik Perbandingan Massa Aliran Bahan Bakar terhadap Daya Genset (Premium-LPG)



Gambar 4.4 Grafik perbandingan massa aliran bahan bakar terhadap daya genset (Premium-LPG)

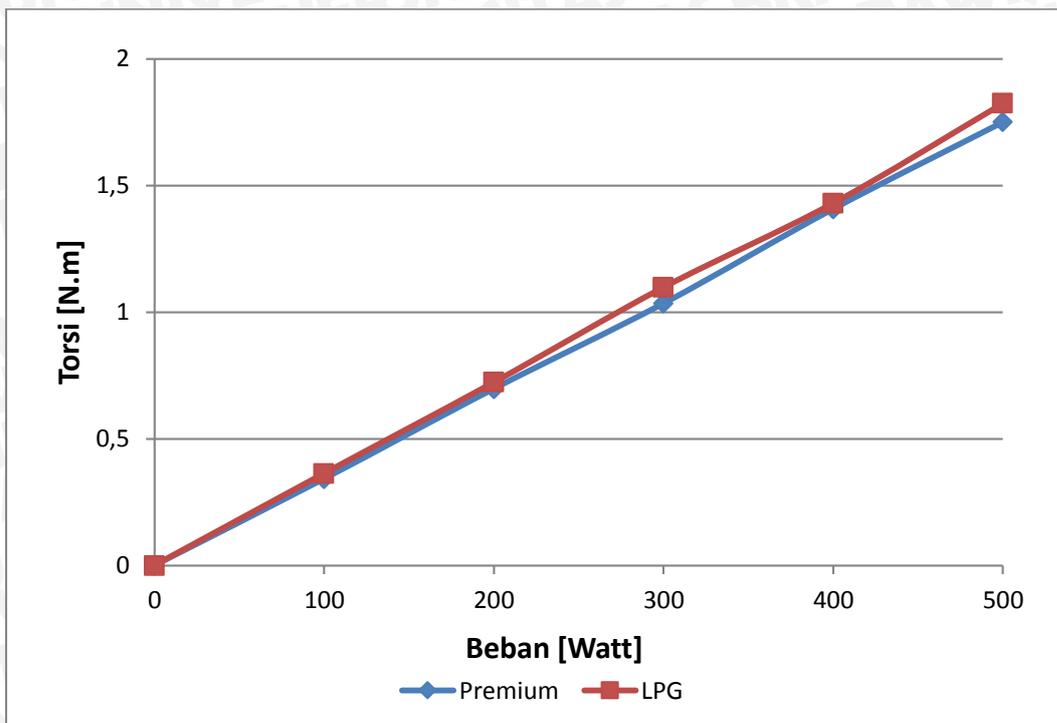
Pada gambar 4.4 menunjukkan grafik perbandingan massa aliran bahan bakar terhadap daya output dan mekanis genset dengan menggunakan bahan bakar premium dan LPG. Dapat dilihat pada grafik massa aliran untuk bahan bakar premium lebih besar daripada menggunakan bahan bakar LPG untuk pembebanan

yang sama, berarti konsumsi bahan bakar bensin yang diperlukan lebih besar daripada saat menggunakan bahan bakar LPG. Hal ini dikarenakan fase bahan bakar LPG itu sendiri yang sudah menjadi fase gas ketika akan masuk ruang bakar sedangkan premium fasenya masih berupa cair.

Pola kecenderungan grafik menunjukkan hal yang sama yaitu dengan semakin bertambahnya pembebanan pada genset massa alir bahan bakarnya pun akan semakin meningkat pula baik itu menggunakan bahan bakar bensin maupun LPG. Hal ini dikarenakan untuk mendapatkan daya output yang besar maka genset membutuhkan konsumsi bahan bakar yang semakin besar pula untuk mencukupi kebutuhan mesin agar tidak terjadi kekurangan bahan bakar pada saat proses pembakaran, begitu pula saat genset tanpa diberi pembebanan maka beban yang diterima motor tidak terlalu besar sehingga konsumsi bahan bakarnya pun rendah pula. Nilai massa alir terendah pada saat genset tanpa pembebanan yaitu 68.4 mg/s dan terbesar pada saat genset diberi pembebanan 500 Watt yaitu sebesar 114 mg/s untuk bahan bakar premium. Sama halnya untuk bahan bakar LPG massa alir terbesar pada pembebanan 500 Watt yaitu sebesar 35.62 mg/s dan yang terendah sebesar 33.44 mg/s.

4.3.5 Pembahasan Grafik Hubungan Torsi terhadap Pembebanan Pada Genset

Pada gambar 4.5 menunjukkan grafik hubungan torsi terhadap pembebanan pada genset dengan menggunakan bahan bakar premium dan LPG. Pada grafik menunjukkan bahwa semakin besar pembebanan yang diberikan pada genset maka torsi yang dihasilkan dari motor penggerak generator ikut meningkat. Hal ini dikarenakan saat terjadi pembebanan bervariasi yang lebih besar maka akan terjadi perubahan kecepatan pada poros motor penggerak yang mengakibatkan terjadinya pula perubahan percepatan. Pada saat pembebanan besar maka daya yang dihasilkan oleh motor pun akan meningkat tetapi putaran dari mesin penggerak akan turun sehingga mengakibatkan nilai dari kecepatan sudut (ω) dari poros kecil. Hal tersebut yang mengakibatkan nilai torsi yang dihasilkan pun akan semakin besar, sesuai dengan persamaan (2-15).



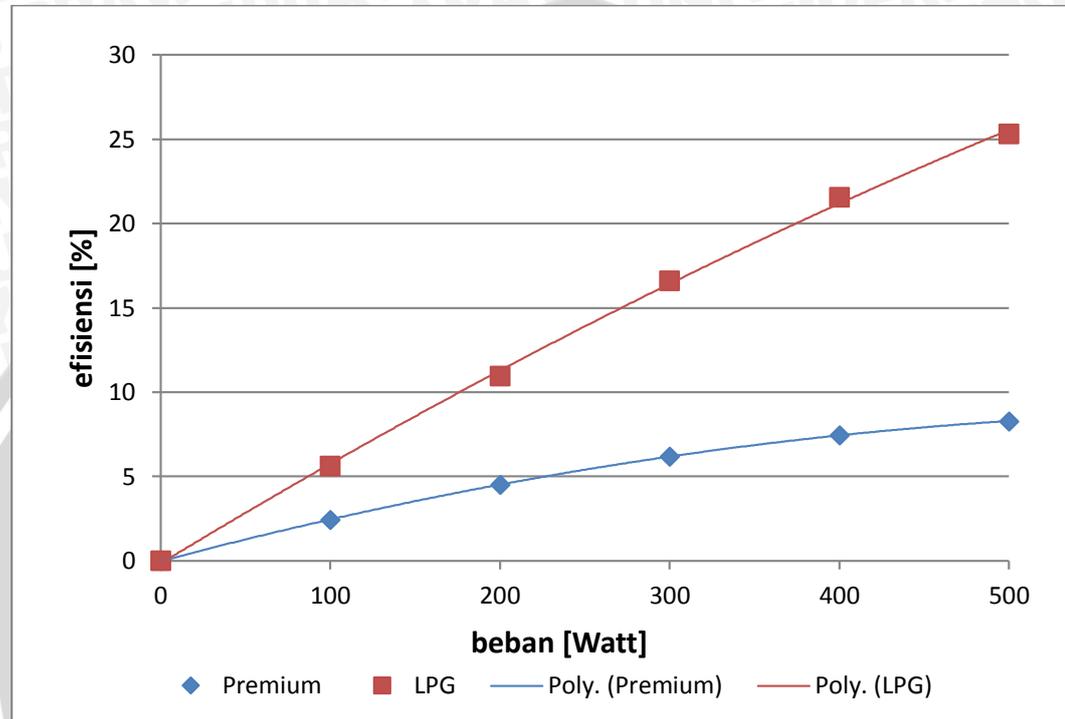
Gambar 4.5 Grafik hubungan torsi terhadap pembebanan pada genset (Premium-LPG)

Analisis dari kedua bahan bakar menunjukkan torsi dengan nilai terendah terjadi pada saat genset running tanpa pembebanan karena putaran dari motor bernilai paling besar sehingga mengakibatkan daya dan torsinya turun. Sedangkan untuk nilai torsi paling besar 1.75 N.m untuk premium dan 1.824 N.m untuk LPG, terjadi pada pembebanan 500 Watt. Hal tersebut karena putaran mesin yang dihasilkan adalah yang paling rendah, yaitu 2463.33 rpm untuk bahan bakar premium dan 2452.33 rpm untuk bahan bakar LPG.

4.3.6 Pembahasan Grafik Efisiensi terhadap Pembebanan Pada Genset

Pada gambar 4.6 menunjukkan grafik hubungan efisiensi total terhadap pembebanan pada genset dengan menggunakan bahan bakar premium dan LPG. Pada grafik dapat diketahui garis warna merah merupakan efisiensi genset dengan bahan bakar premium sedangkan garis warna biru efisiensi genset dengan bahan bakar LPG. Grafik menunjukkan kecenderungan linier seperti dapat dilihat pada gambar bahwa semakin bertambahnya pembebanan pada genset maka

efisiensi total dari sistem juga mengalami kenaikan pula. Hal ini dikarenakan efisiensi didapatkan dari perbandingan daya output yang dihasilkan oleh genset dengan energi input yang dibutuhkan oleh genset, hal ini sesuai dengan perumusan (2-18).



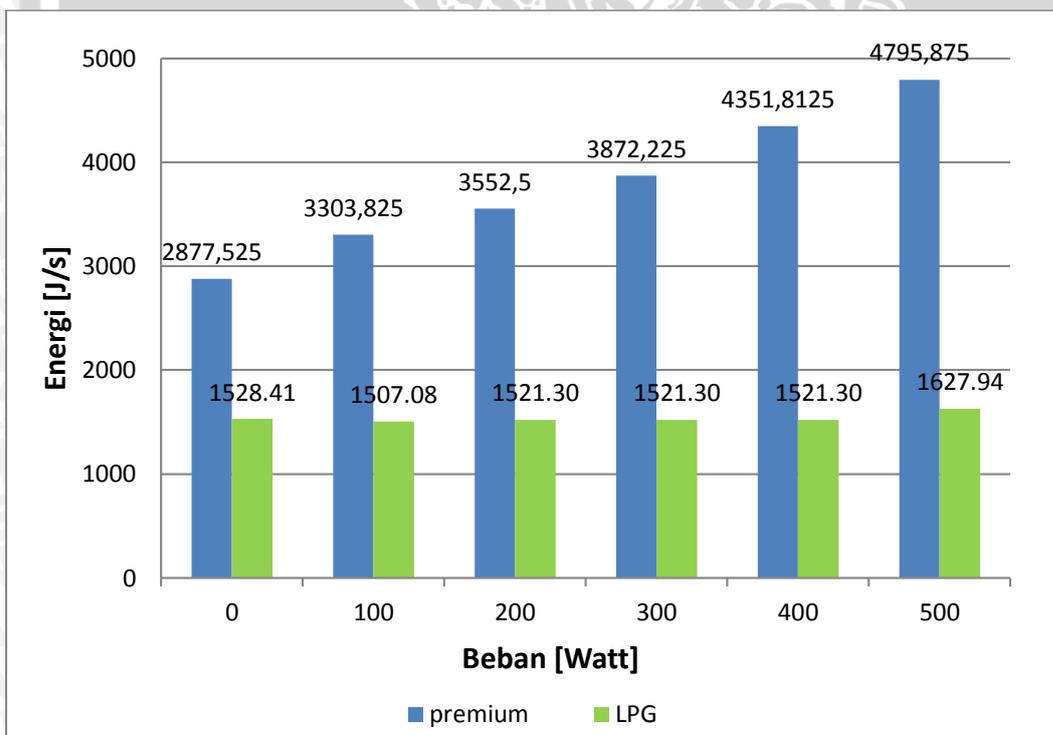
Gambar 4.6 Garfik hubungan efisiensi total terhadap pembebanan pada genset (Premium-LPG)

Karena nilai daya output dari bahan bakar LPG lebih besar daripada bahan bakar premium maka efisiensinya pun akan lebih tinggi ketika genset memakai bahan bakar LPG daripada premium untuk tingkat pembebanan yang sama. Meskipun nilai kalor bahan bakar LPG lebih tinggi daripada nilai kalor bahan bakar premium yaitu 43500 kJ/kg untuk premium dan nilai kalor 45700 kJ/kg untuk bahan bakar LPG menurut tabel 4.5, tetapi karena massa aliran bahan bakar dengan menggunakan premium lebih besar daripada bahan LPG maka energi input yang dibutuhkan oleh genset pun akan lebih besar ketika memakai bahan bakar premium. Hal ini juga yang mengakibatkan efisiensi untuk bahan bakar premium lebih kecil daripada efisiensi menggunakan bahan bakar LPG pada tingkat pembebanan yang sama.

Dari grafik menunjukkan bahwa efisiensi terendah terjadi pada saat genset running tanpa diberi pembebanan karena pada saat tersebut genset tidak menghasilkan daya output. Sedangkan efisiensi terbesar terjadi pada pembebanan 500 Watt yaitu 8.28 % untuk bahan bakar premium dan efisiensi sebesar 25.314% untuk bahan bakar LPG.

4.3.7 Pembahasan Grafik Hubungan Energi Input terhadap Pembebanan Pada Genset

Pada gambar 4.7 menunjukkan grafik perbandingan energi input dari bahan bakar yang diperlukan untuk setiap pembebanan pada genset dengan menggunakan bahan bakar bensin dan LPG. Pada grafik dapat diketahui warna biru menunjukkan energi yang diperlukan oleh genset dengan menggunakan bahan bakar premium pada setiap pembebanan yang diberikan dan yang warna hijau pemakaian dengan bahan bakar LPG.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan energi input yang dibutuhkan pada setiap pembebanan (Premium-LPG)

Pada grafik bahan bakar premium energi yang diperlukan pada setiap pembebanan naik secara teratur dari mulai genset running tanpa beban sampai pembebanan 500 Watt, sedangkan pada grafik bahan bakar LPG meskipun grafiknya menunjukkan kenaikan pula tetapi nilainya hampir sama. Dapat diketahui pula energi yang diperlukan oleh genset dengan bahan bakar premium lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar LPG, maka ketika genset menggunakan bahan bakar LPG akan lebih sedikit pemakaian bahan bakarnya daripada ketika menggunakan bahan bakar bensin untuk tingkat pembebanan yang sama.

Energi yang terkecil terjadi pada saat genset tanpa pembebanan baik ketika menggunakan bahan bakar premium yaitu sebesar 2877.525 J/s maupun bahan bakar LPG sebesar 1528.41 J/s. Hal ini disebabkan karena mesin dari genset tidak membutuhkan bahan bakar dalam jumlah banyak karena hanya diperlukan untuk menghidupkan mesin dari genset saja. Sedangkan kebutuhan energi yang terbesar pada saat genset diberi pembebanan 500 Watt yaitu sebesar 4795.875 J/s untuk bahan bakar premium dan untuk bahan bakar LPG sebesar 1627.94 J/s. Hal ini disebabkan energi yang diperlukan akan semakin naik pula seiring bertambahnya pembebanan yang diberikan pada genset, karena pada saat itu genset diberi beban lampu sehingga kerja mesin akan semakin besar maka harus diimbangi dengan konsumsi bahan bakar yang semakin besar pula. Hal tersebut berarti kandungan energi dari bahan bakar akan semakin besar pula.